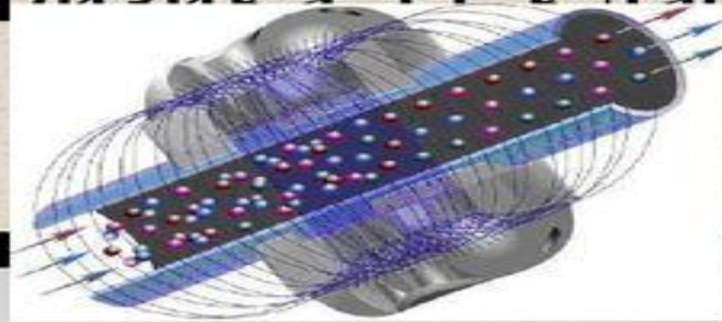


Магнитный поток

Физика 11 класс



ПРОВЕРКА ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ (ПОДГОТОВКА К ВОСПРИЯТИЮ ТЕМЫ)

1. Магнитная индукция: Что за величина, её обозначение
2. Что называется линиями магнитной индукции?
3. В каком случае магнитное поле называется однородным, а в каком – неоднородным?
4. Как зависит сила, действующая в данной точке магнитного поля на магнитную стрелку или движущийся заряд, от магнитной индукции в этой точке?

Аналогия с ПОТОКОМ ЖИДКОСТИ



Магнитный поток – характеризует магнитное поле в определенной области пространства.

При наборе воды (фото), нас не интересует вся вода ручья (водопада), а только та ее часть которая попадает в плоскость горловины бутылки.

Аналогия с потоком жидкости

Поток жидкости – объем жидкости протекающей сквозь поперечное сечение трубы за единицу времени.

Пусть жидкость движется со скоростью v по трубе с площадью сечения ΔS

На рисунке:

v – скорость течения воды

ΔS – площадь сечения

$\Delta S \tilde{N}$ - площадь сечения перпендикулярная скорости

α – угол между сечением и перпендикулярным сечением.

Объем жидкости которая пройдет через сечение ΔS

$$\Delta V = \Delta S \tilde{N} v \Delta t = \Delta S v \Delta t \cos \alpha$$



Аналогия с потоком жидкости

Тогда формула потока жидкости (или поток вектора скорости):

$$\Phi = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta S v \Delta t \cos \alpha}{\Delta t} = v \Delta S \cos \alpha$$

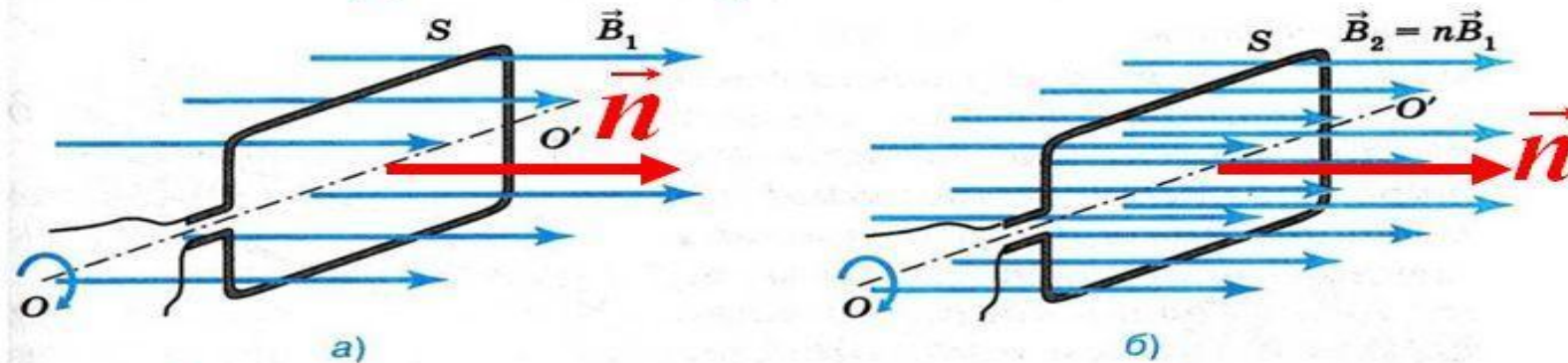
$$\Phi = v \Delta S \cos \alpha$$



Магнитный поток Φ

- физическая величина, пропорциональная числу линий магнитной индукции, пронизывающих площадь замкнутого контура S .

Зависимость магнитного потока, пронизывающего площадь контура, от индукции магнитного поля.



\vec{n} - нормаль к плоскости контура

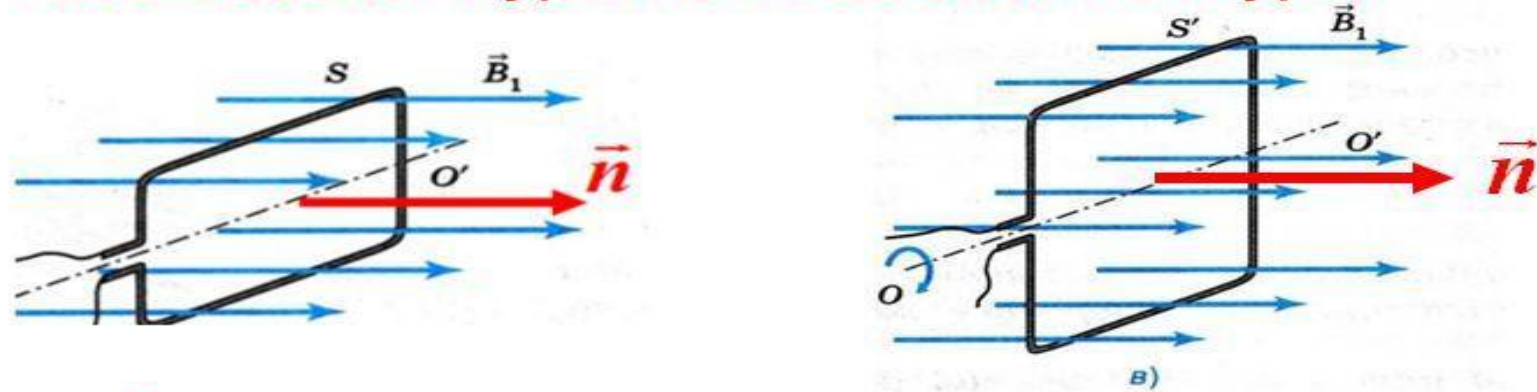
$$B_1 > B_2 \quad \longrightarrow \quad \Phi_1 > \Phi_2$$

Площадь контура не менялась

Магнитный поток Φ

- физическая величина, пропорциональная числу линий магнитной индукции, пронизывающих площадь замкнутого контура S .

Зависимость магнитного потока, пронизывающего площадь контура, от площади контура.



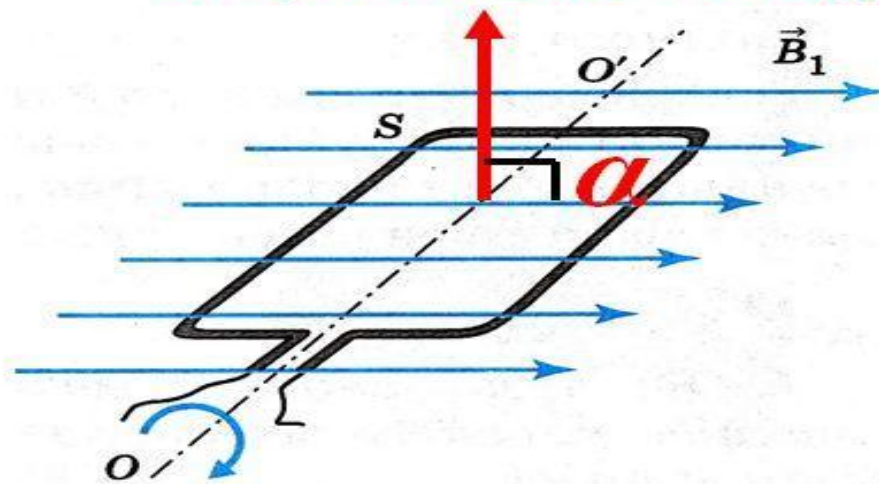
\vec{n} - нормаль к плоскости контура

$$S_1 > S_2 \longrightarrow \Phi_1 > \Phi_2$$

Магнитный поток Φ

- физическая величина, пропорциональная числу линий магнитной индукции, пронизывающих площадь замкнутого контура S .

Зависимость магнитного потока, пронизывающего контур, от ориентации контура в магнитном поле.



\vec{n} - нормаль к плоскости контура

$$\Phi = 0$$

$$\alpha = (\vec{B} \hat{=} \vec{n})$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\cos 90^\circ = 0$$

Магнитный поток (Φ)



Магнитный поток Φ – физическая величина, численно равная произведению модуля магнитной индукции на площадь контура и на косинус угла между нормалью к контуру и вектором магнитной индукции.

Магнитный поток

Краткие итоги:

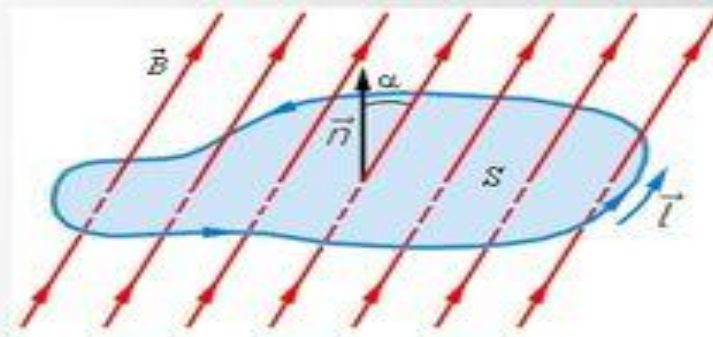
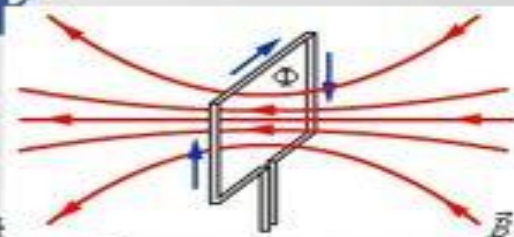
Магнитный поток, или поток вектора магнитной индукции — это величина, которая количественно описывает прохождение магнитного поля через некоторую поверхность.

$$\Phi = BScos\alpha$$

Магнитный поток, равный 1 Вб, создается магнитным полем с индукцией 1 Тл, пронизывающим по направлению нормали плоский контур площадью 1 м²:

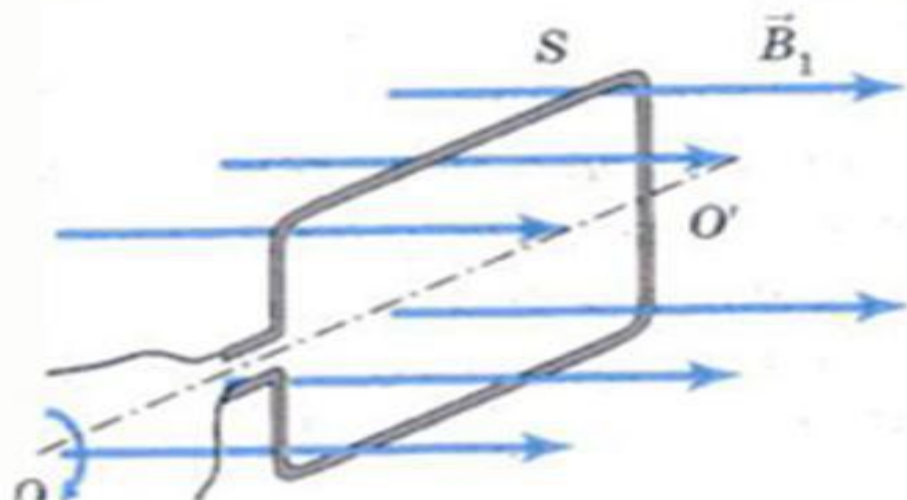
Магнитный поток Φ , пронизывающий площадь контура, зависит от:

- величины вектора магнитной индукции;
- площади контура;
- его ориентации относительно линий индукции магнитного поля.



Магнитный поток.

- **Контур, помещенный в однородное магнитное поле, пронизывается магнитным потоком (потоком векторов магнитной индукции).**



Φ - магнитный поток.

Зависит от:

- **величины вектора магнитной индукции,**
- **площади контура**
- **ориентации относительно линий индукции магнитного поля.**

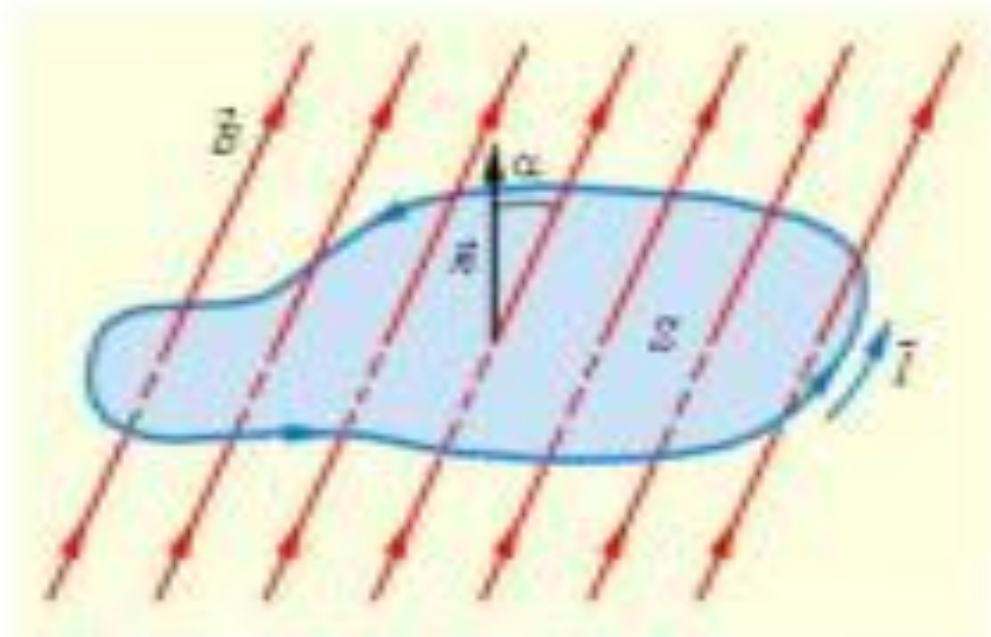
$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$[\Phi] = \text{Вб} = \text{Тл} \cdot \text{м}^2$$

MyShared

Отличие магнитной индукции от магнитного потока

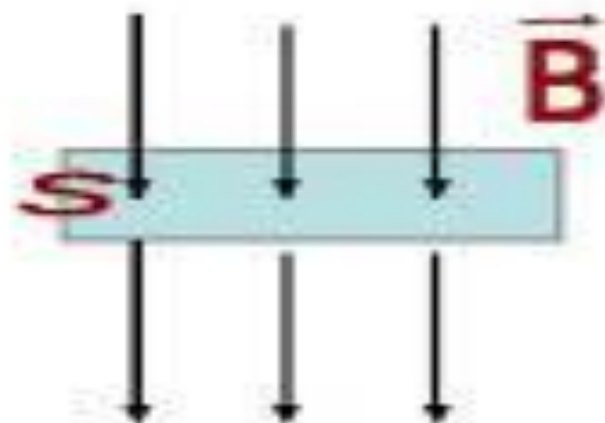
- Вектор магнитной индукции \mathbf{B} характеризует магнитное поле в **каждой точке пространства**, а магнитный поток — определенную **область пространства**



Определение магнитного потока

Произведение индукции
магнитного поля,
пронизывающей
поперечное сечение
контура, на площадь этого
контура называется

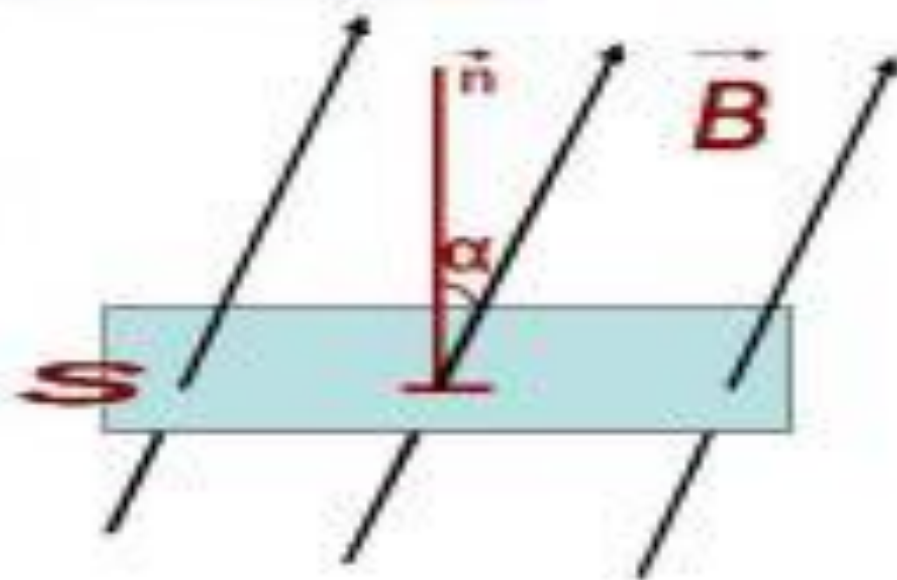
**МАГНИТНЫМ
ПОТОКОМ**



Обозначение и формула магнитного потока

- Φ - СИМВОЛ магнитного потока
- Φ - скалярная величина.
- Формула для расчета магнитного потока

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$



Величины, входящие в формулу

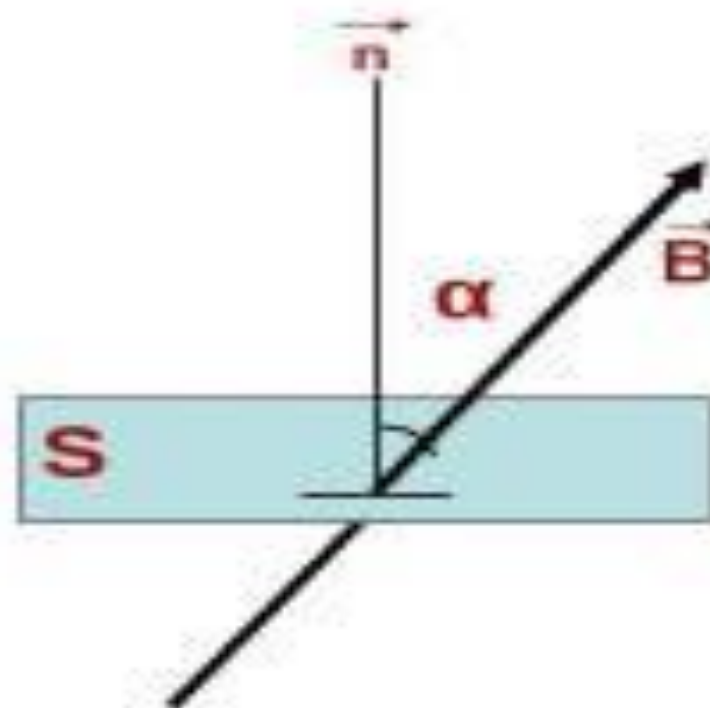
$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

B – магнитная
индукция,

S – площадь контура,
ограничивающего
площадку,

α – угол между
направлением вектора
индукции **B** и нормалью

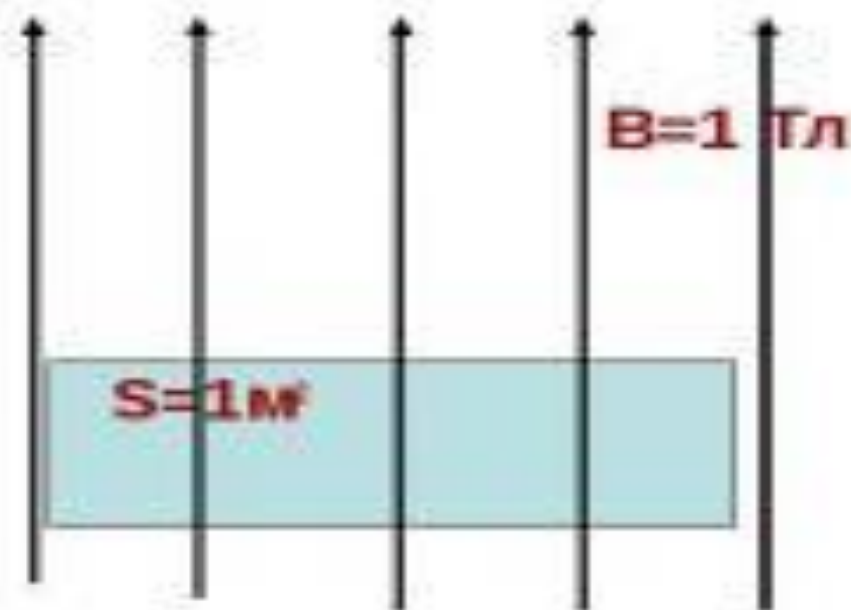
n
(перпендикуляром) к
площадке



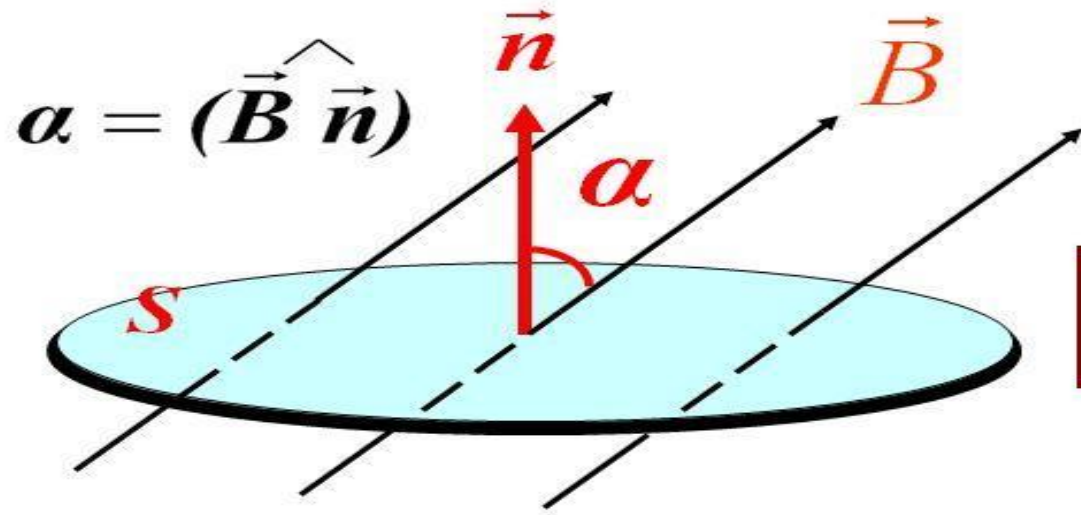
Единица измерения магнитного потока

Вб

- **1 Вб** - магнитный поток, созданный магнитным полем с индукцией **1 Тл** через поверхность площадью **1 м²**, расположенную перпендикулярно вектору магнитной индукции.



Единица магнитного потока в СИ – вебер (Вб)



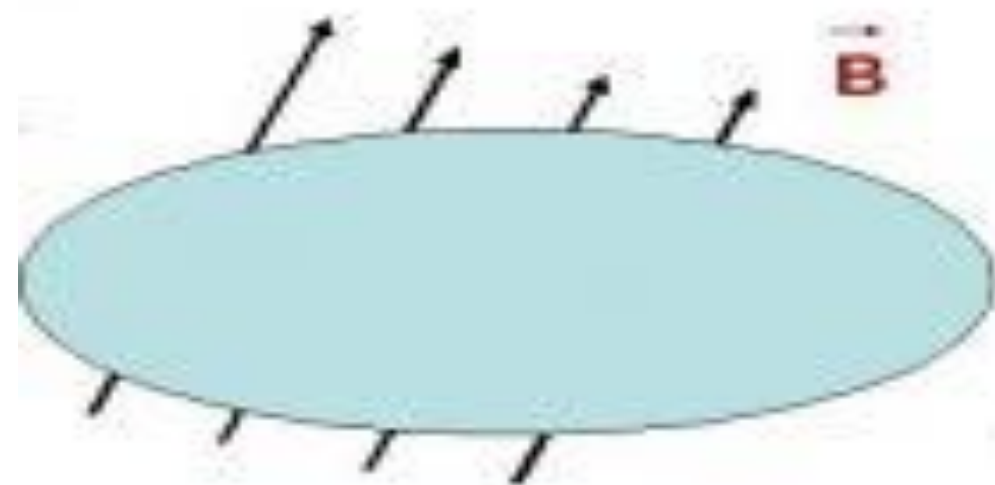
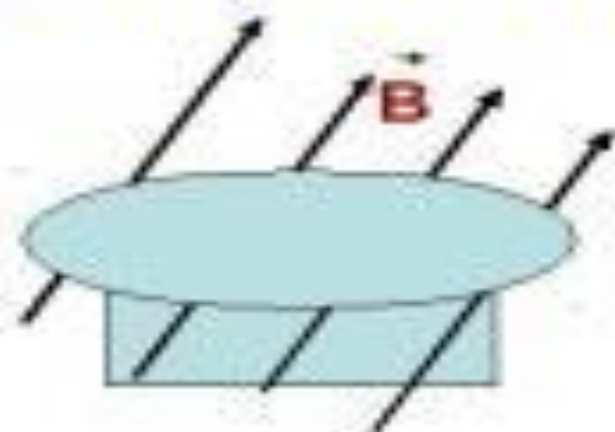
$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$1\text{Тл} \cdot 1\text{м}^2 = 1\text{Тл} \cdot \text{м}^2 = 1\text{Вб}$$

Способы изменения магнитного потока $\Delta \Phi$

- 1) Путем изменения площади контура ΔS
- 2) Путем изменения величины магнитного поля ΔB
- 3) Путем изменения угла $\Delta \alpha$

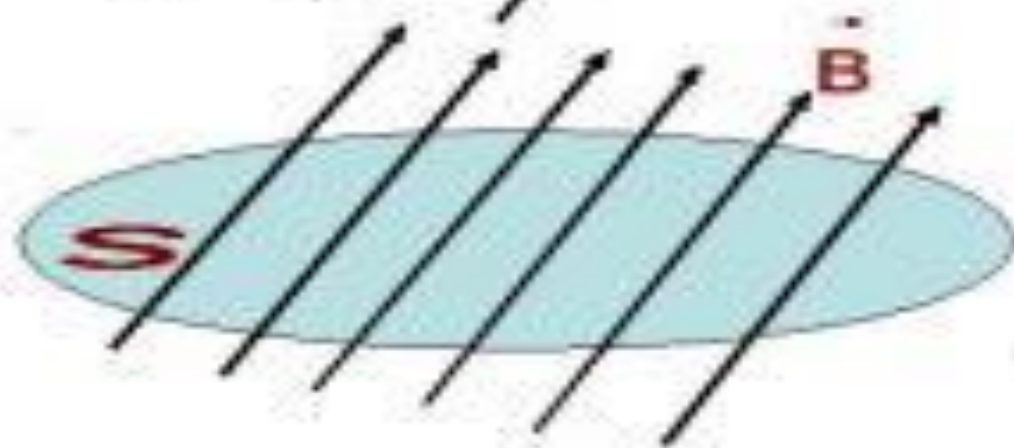
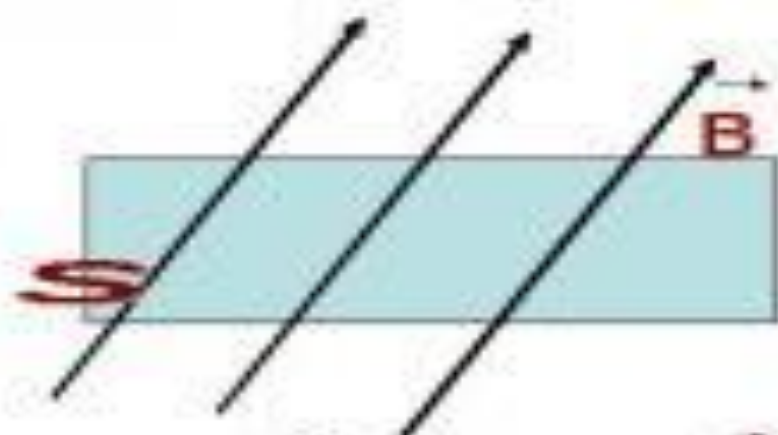
Зависимость $\Delta\Phi$ от площади ΔS



- При одинаковой магнитной индукции B , чем **больше** площадь контура S , тем **больше** изменение магнитного потока $\Delta\Phi$, пронизывающего данный контур:

$$\Delta\Phi = B \cdot \Delta S \cdot \cos \alpha$$

Зависимость $\Delta\Phi$ от магнитной индукции ΔB



- При одинаковой площади S , чем сильнее поле, тем гуще линии магнитной индукции, соответственно увеличивается B , а значит и больше изменение магнитного потока:

$$\Delta\Phi = \Delta B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

Зависимость $\Delta\Phi$ от угла $\Delta\alpha$

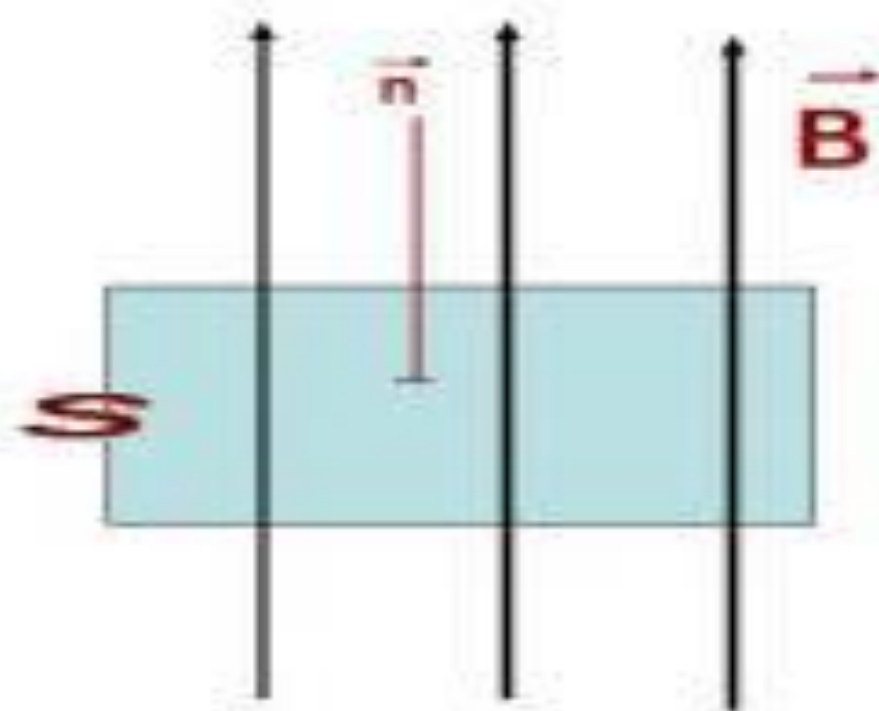
1) Если угол $\alpha = 0^\circ$

В этом случае линии \mathbf{B} и нормали \mathbf{n} к площадке параллельны.

Но \mathbf{B} и площадка \mathbf{S} перпендикулярны друг другу !!!

Тогда $\cos 0^\circ = 1$,
изменение магнитного потока принимает свое максимальное значение:

$$\Delta\Phi = B \cdot S$$



Зависимость $\Delta\Phi$ от угла $\Delta\alpha$

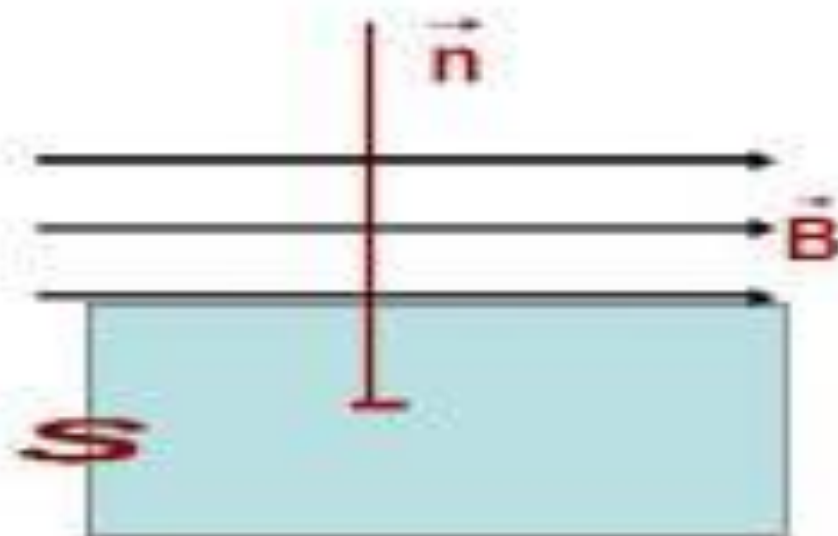
2) Если угол $\alpha = 90^\circ$

В этом случае линии \mathbf{B}
и нормали \mathbf{n} к площадке
перпендикулярны

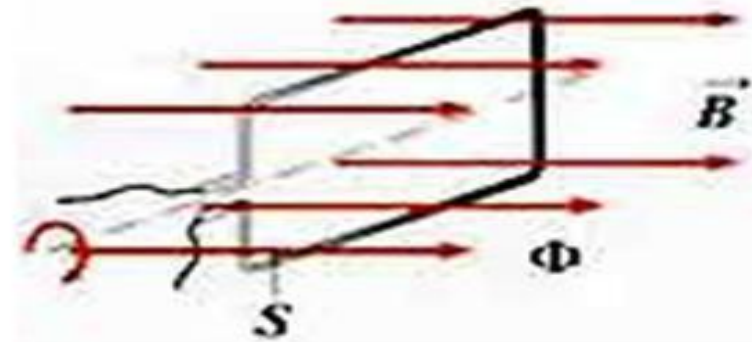
Но \mathbf{B} и площадка \mathbf{S}
параллельны друг
другу!!!

$\cos 90^\circ = 0$ и изменение
магнитного потока
будет минимальным:

$$\Delta\Phi = 0$$



- Если вектор магнитной индукции перпендикулярен площади контура, то магнитный поток максимальный.



- Если вектор магнитной индукции параллелен площади контура, то магнитный поток равен нулю.



Задачи

Задача 1.

Индукция однородного магнитного поля $B=0,1 \text{ Тл}$ направлена по оси Y . Найдите магнитный поток сквозь четверть круга радиусом $R=10 \text{ см}$, расположенную в плоскости XZ (рис. 1, а) под углом 60° к плоскости XZ (рис 1, б).

Дано:

$$\begin{array}{l} B=0,1 \text{ Тл} \\ R=0,1 \text{ м} \end{array}$$

Φ -?

Магнитный поток

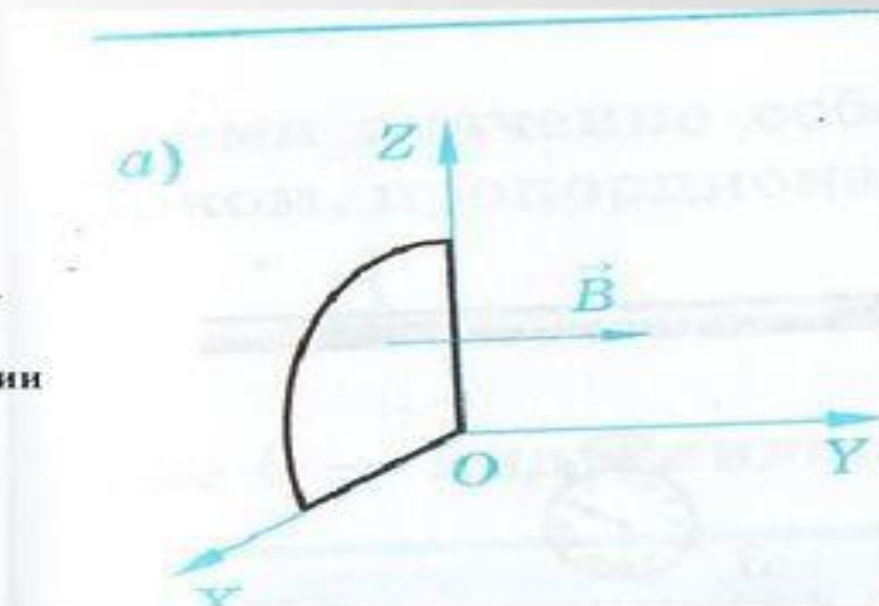
$$\Phi = BScos\alpha$$

$$S = \frac{\pi R^2}{4} \text{ - площадь четверти круга}$$

- угол между вектором нормали и вектором индукции
= 0 для первой ситуации $\Rightarrow \cos\theta = 1$

Поэтому получаем:

$$\Phi = \frac{B\pi R^2}{4} = \frac{0,1 * 3,14 * 0,01}{4} = 0,000785 \text{ Вб} = 785 * 10^{-6} \text{ Вб} = 785 \text{ мкВб}$$



Задачи

Задача 1.

Индукция однородного магнитного поля $B=0,1 \text{ Тл}$ направлена по оси Y . Найдите магнитный поток сквозь четверть круга радиусом $R=10 \text{ см}$, рас (рис. 1, а) под углом 60° к плоскости XZ (рис 1, б).

Дано:

$$\begin{array}{l} B=0,1 \text{ Тл} \\ R=0,1 \text{ м} \end{array}$$

Φ -?

Магнитный поток

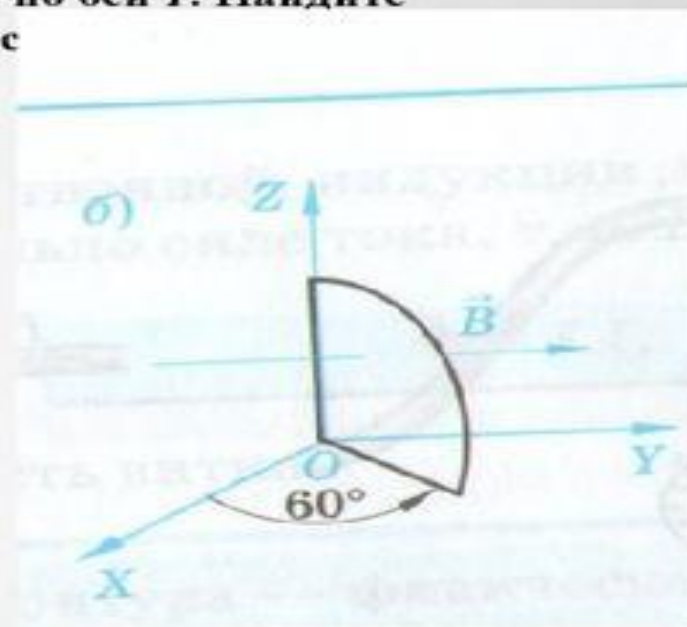
$$\Phi = BScos\alpha$$

$$S = \frac{\pi R^2}{4} \text{ - площадь четверти круга}$$

- угол между вектором нормали и вектором индукции
= 60° для второй ситуации $\Rightarrow \cos 60^\circ = 0,5$

Поэтому получаем:

$$\Phi = \frac{B\pi R^2 \cos\alpha}{4} = \frac{0,1 * 3,14 * 0,01 * 0,5}{4} = 0,0003925 \text{ Вб} = 392,5 * 10^{-6} \text{ Вб} = 392,5 \text{ мкВб}$$



Задача 2.

Задачи

Квадратная рамка со стороной $a=10$ см движется со скоростью $v=3$ см/с в однородное магнитное поле с индукцией $B=10^{-2}$ Тл, направленной перпендикулярно плоскости рамки, Найдите магнитный поток сквозь рамку в момент времени $t=2$ с

Дано:

$$a=0,1 \text{ м}$$

$$v=3 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

$$B=10^{-2}$$

$$t=2 \text{ с}$$

Φ -?

Магнитный поток

$$\Phi = B S \cos \alpha$$

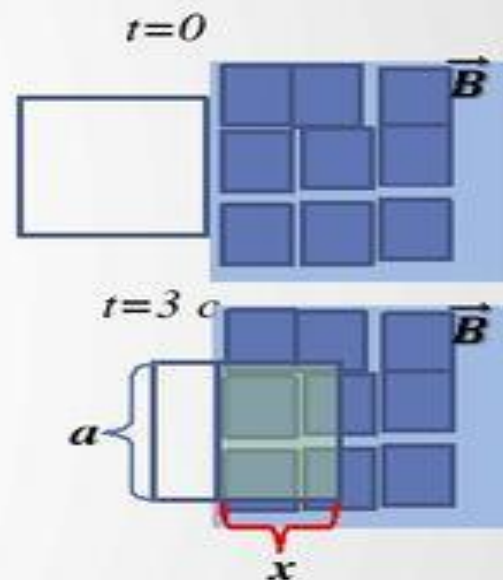
$$= 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1$$

$$\left. \begin{array}{l} S = ax \\ x = vt \end{array} \right\} \Rightarrow S = avt$$

x – расстояние на которое переместится рамка в магнитное поле за время t

Поэтому получаем:

$$\Phi = Bavt = 10^{-2} * 0,1 \text{ Вб} * 10^{-2} * 2 = 0,6 \text{ Вб}$$



Задача 3.

Задачи

Проволочное кольцо радиусом R , находящееся в плоскости чертежа, поворачивается на 180° относительно вертикальной оси (см. рис.) Индукция магнитного поля перпендикулярна плоскости чертежа. Найдите изменение магнитного потока сквозь кольцо в результате его поворота.

Магнитный поток

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

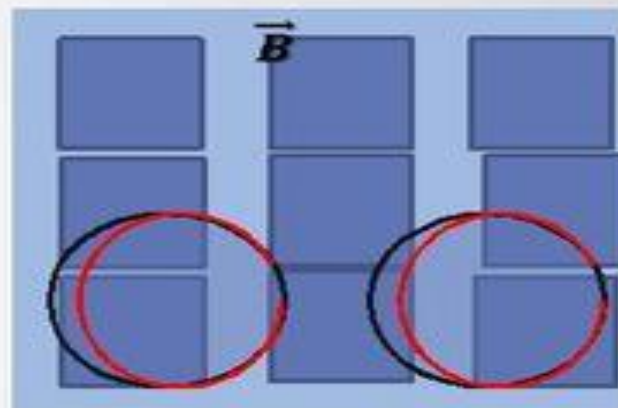
В первом случае $\alpha = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1$

$$\Phi_1 = B\pi R^2$$

Во втором случае $\alpha = 180^\circ \Rightarrow \cos 180^\circ = -1$

$$\Phi_2 = -B\pi R^2$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -B\pi R^2 - B\pi R^2 = -2B\pi R^2$$



Задача 4.

Задачи

Найдите магнитный поток Φ в произвольный момент времени t , пронизывающий прямоугольную рамку со сторонами a и b , вращающуюся с угловой скоростью ω . Индукция однородного магнитного поля B перпендикулярна плоскости чертежа. Постройте график зависимости $\Phi(t)$.

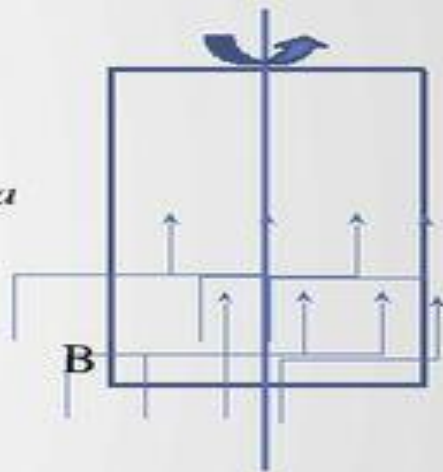
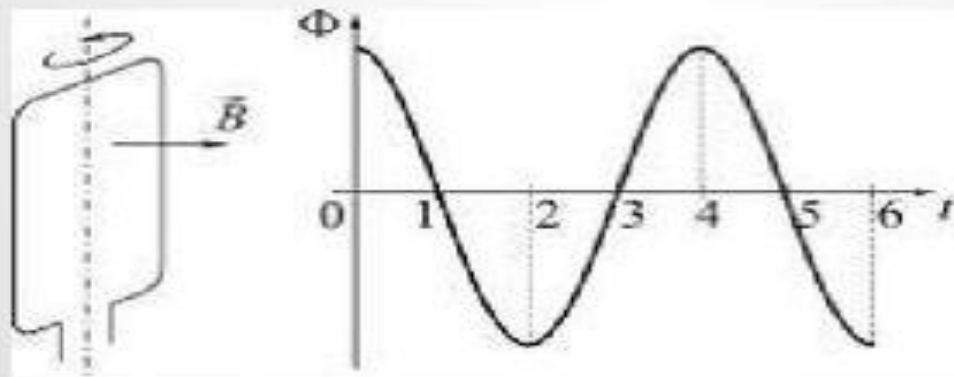
Магнитный поток

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

Угловая скорость ω показывает на какой угол повернется рамка за время t

Поэтому $\alpha = \omega t$.

$$\Phi = Bab \cos \omega t$$



Задачи

Задача 5.

Найдите магнитный поток создаваемый однородным магнитным полем с индукцией B и проходящий сквозь полусферу радиусом R

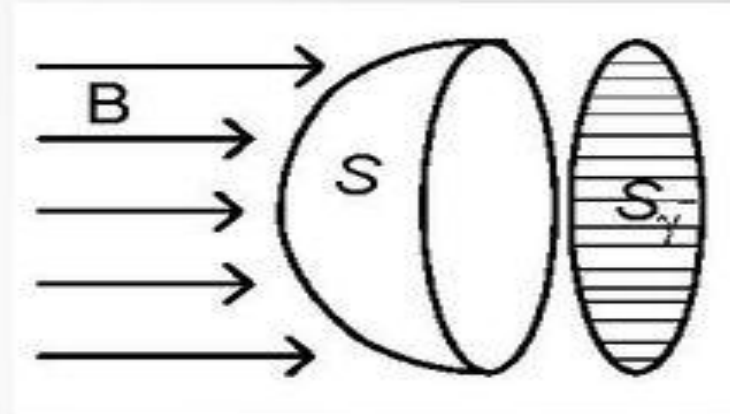
Магнитный поток

$$\Phi = B S \cos \alpha$$

Из чертежа хорошо видно, что поток в этом случае равен потоку через поперечное сечение полусферы, т.е. круг

$$S = R^2$$

$$\Phi = B R^2$$

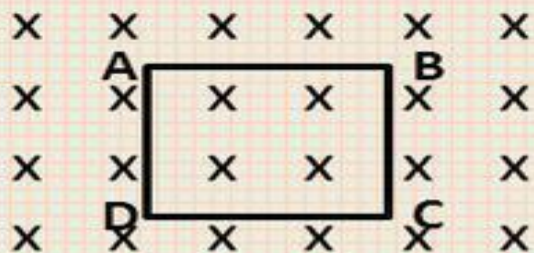


2. Магнитный поток, пронизывающий плоское проводящее кольцо в однородном поле, НЕЛЬЗЯ изменить:

- A. Вытянув кольцо в овал
- B. Смяв кольцо
- C. Повернув кольцо вокруг оси, перпендикулярной плоскости кольца
- D. Повернув кольцо вокруг оси, проходящей в плоскости кольца

3. Контур ABCD находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены перпендикулярно плоскости контура от наблюдателя. Магнитный поток через контур будет меняться, если контур

- A. Двигается поступательно в направлении от наблюдателя
- B. Двигается поступательно в направлении к наблюдателю
- C. Поворачивается вокруг стороны DC
- D. Двигается поступательно в плоскости рисунка



5. Какую размерность в СИ имеет единица измерения магнитного потока?

A. $\frac{\text{Н}}{\text{А}\cdot\text{м}^2}$

B. $\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{А}\cdot\text{с}^2}$

C. $\frac{\text{Н}\cdot\text{м}}{\text{А}}$

D. $\frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{А}}$

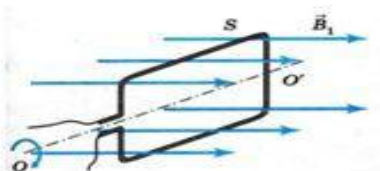


Замкнутый контур расположен под некоторым углом к линиям магнитной индукции. Как изменится магнитный поток, если площадь контура уменьшится в 2 раза, а модуль вектора магнитной индукции увеличится в 4 раза?

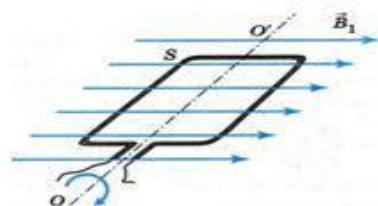
- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза



Как надо ориентировать рамку в однородном магнитном поле, чтобы поток через рамку был равен нулю?



А) перпендикулярно линиям магнитной индукции



Б) параллельно линиям магнитной индукции

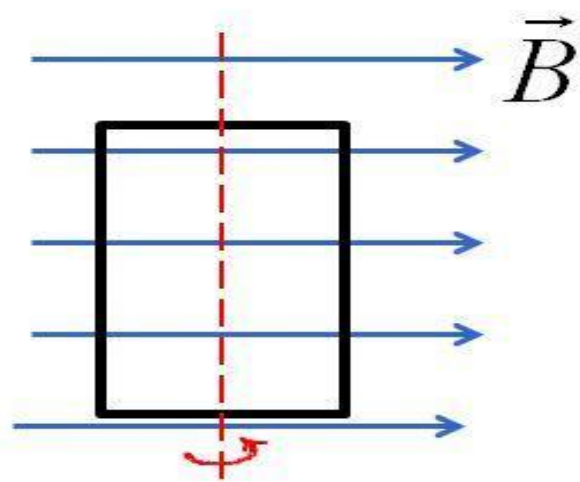
В) под любым углом к линиям магнитной индукции

Меняется ли магнитный поток при таком вращении контура, когда линии магнитной индукции то пронизывают его, то скользят по его поверхности?

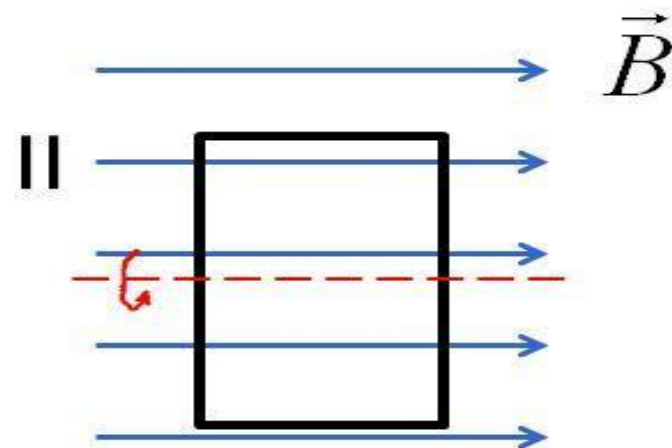




Как изменится магнитный поток, пронизывающий контуры I и II, при их вращении вокруг указанных осей?



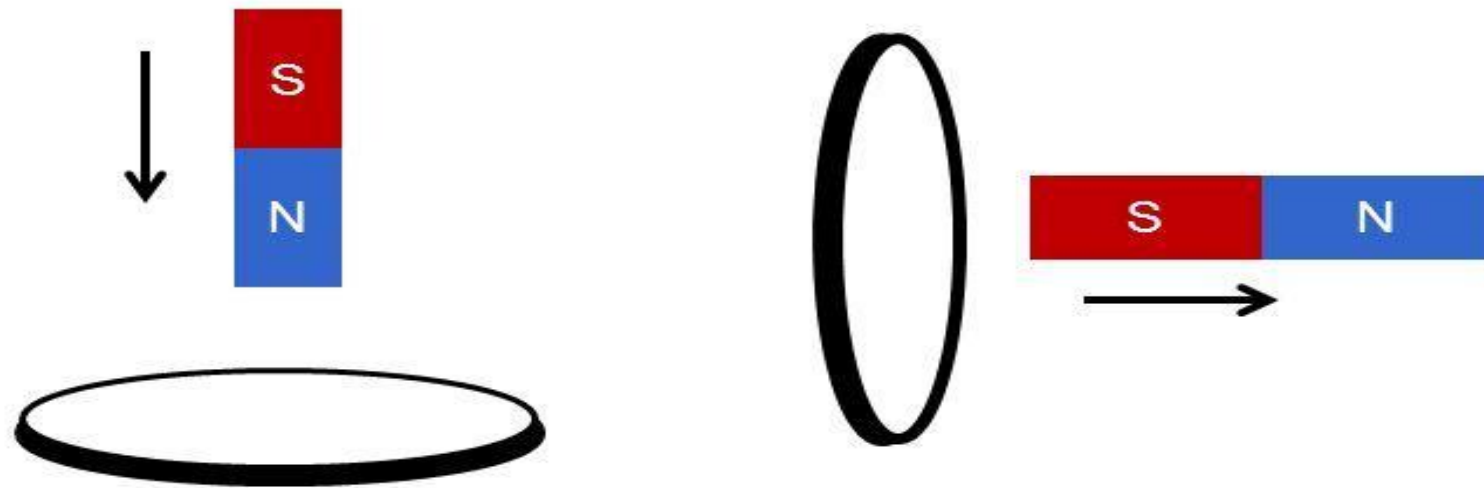
контур I



контур II

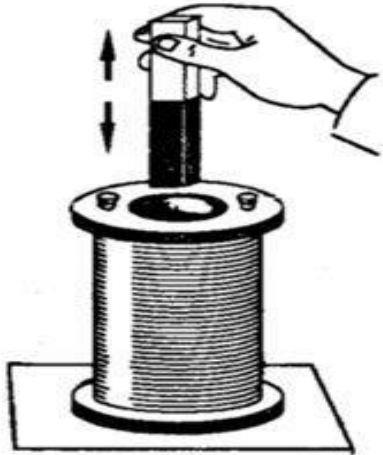


Как изменяется магнитный поток, пронизывающий площадь поверхности контура при указанном движении магнита?





**Как изменяется магнитный поток,
пронизывающий витки катушки...**



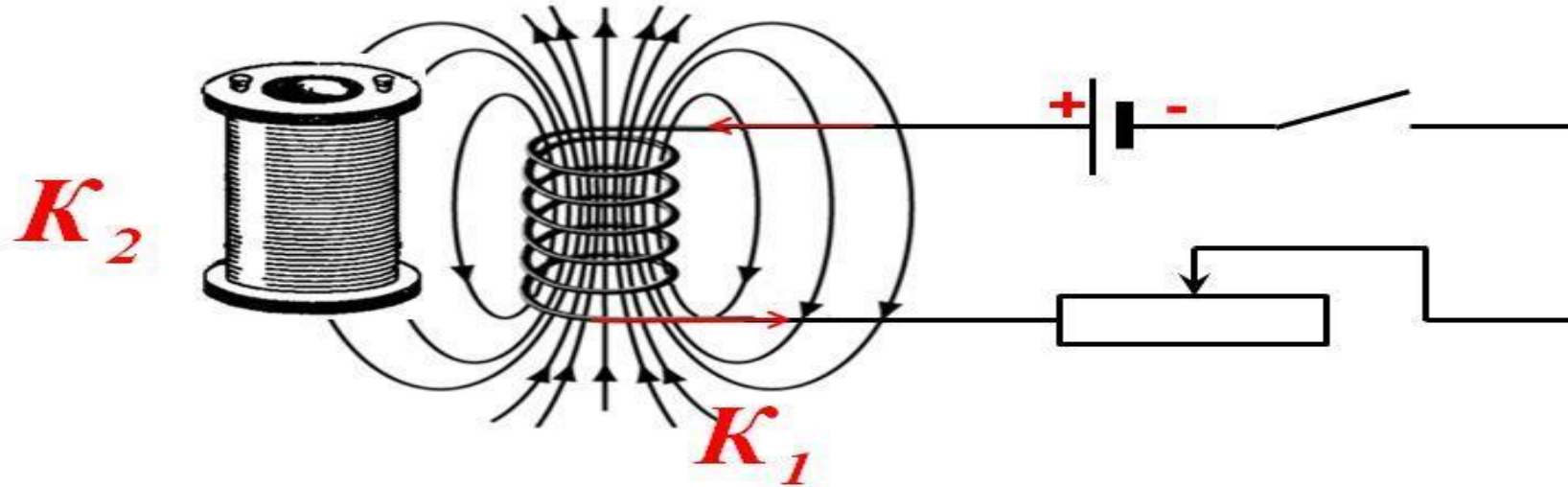
**А) при вдвигании магнита
внутрь катушки?**

**Б) при выдвигании
магнита из катушки?**

**В) если магнит покоится
относительно катушки?**



Электрический ток, протекающий по виткам катушки K_1 , создает в пространстве вокруг нее магнитное поле. Как можно менять магнитный поток, пронизывающий катушку K_2 ?



Магнитный поток, пронизывающий катушку K_2 можно менять путем изменения взаимной ориентации катушек и изменением силы тока реостатом R или замыканием – размыканием ключа K .



Магнитный поток внутри контура, площадь которого 60 см^2 , равен $0,3 \text{ мВб}$. Найти индукцию поля внутри контура. Поле считать однородным и перпендикулярным плоскости контура.

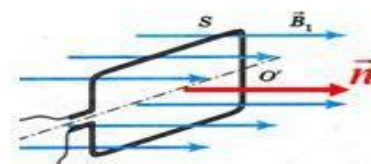
Дано :	СИ
$S = 60 \text{ см}^2$	$60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$
$\Phi = 0,3 \text{ мВб}$	$0,3 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$
$\alpha = 0^\circ$	
$\Phi = ?$	

Решение :

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

$$B = \frac{\Phi}{S \cos \alpha}$$

$$B = \frac{0,3 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}}{60 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 1} = 0,05 \text{ Тл}$$



Ответ : $B = 0,05 \text{ Тл}$



Магнитный поток через квадратную проволочную рамку со стороной 20 см, плоскость которой перпендикулярна линиям магнитной индукции однородного магнитного поля, равен 0,1 мВб. Каков модуль вектора магнитной индукции поля? Ответ в мТл.

Дано:

$$a = 0,2 \text{ м}$$

$$\Phi = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$$

$$\cos \alpha = 1$$

$$B = ?$$

Решение:

$$\Phi = BS \cos \alpha \quad B = \frac{\Phi}{S \cos \alpha}$$

$$S = a^2 \quad S = (0,2 \text{ м})^2 = 0,04 \text{ м}^2$$

$$B = \frac{0,1 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}}{0,04 \text{ м}^2 \cdot 1} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} = 2,5 \text{ мТл}$$

Ответ: 2,5 мТл



Самостоятельная работа

Вариант № 1	Вариант № 2
<p>Определите магнитный поток, пронизывающий плоскую прямоугольную поверхность со стороной 25 см и 60 см, если магнитная индукция во всех поверхности точках одинакова и равна 1,5 Тл, а вектор магнитной индукции образует с нормалью к этой поверхности угол: А) 0; Б) 45°; В) 90°.</p>	<p>Какой магнитный поток пронизывает плоскую поверхность площадью 50 см^2 при индукции магнитного поля 0,4 Тл, если эта поверхность :</p> <p>А) перпендикулярна вектору индукции поля; Б) расположена под углом 45° к вектору магнитной индукции; В) расположена под углом 30° к вектору индукции?</p>

Литература:

1. Перышкин А.В., Гутник Е.М. , Физика. 9 класс. Учебник для общеобразовательных школ / - М.: Дрофа, 2009. – 198 с.
2. Сборник задач по физике: для 10-11кл. общеобразовательных учреждений/ Сост. Степанова Г.Н. – М.: Просвещение, 2006.
3. <http://markx.narod.ru/pic/>
4. http://physics.kgsu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=218&Itemid=72